

**ANALISIS SPASIAL KANDUNGAN BAKTERI *COLIFORM*  
PADA AIR TANAH DANGKAL DI KECAMATAN  
COLOMADU KABUPATEN KARANGANYAR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan program studi strata 1 pada  
Jurusan Geografi Fakultas Geografi**

**oleh:**

**AULIA HAFIDZNA HANIF**

**E100160047**

**FAKULTAS GEOGRAFI**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2021**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS SPASIAL KANDUNGAN BAKTERI *COLIFORM*  
PADA AIR TANAH DANGKAL DI KECAMATAN COLOMADU  
KABUPATEN KARANGANYAR**

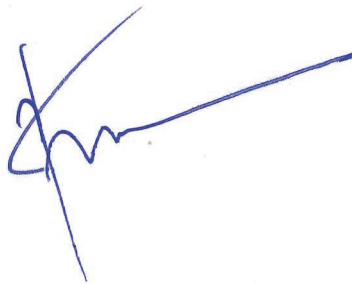
**PUBLIKASI ILMIAH**

**Oleh**

**Aulia Hafidzna Hanif**

**E100160047**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'A' followed by a long horizontal stroke.

**Dra. Alif Noor Anna M.Si**

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS SPASIAL KANDUNGAN BAKTERI *COLIFORM* PADA AIR TANAH DANGKAL DI KECAMATAN COLOMADU KABUPATEN KARANGANYAR

Oleh :

Aulia Hafidzna Hanif

E100160047

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Fakultas  
Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta Pada hari  
Jumat, 02 Juli 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat.

Dewan Penguji:

1. Dra. Alif Noor Anna M.Si

(Ketua Dewan Penguji)

2. Drs. Yuli Priyana, M.Si

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Danardono S.Si, M.Sc

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)  
(.....)  
(... ..)



Dekan Fakultas Geografi

(Signature)

Jumadi, Ph.D

NIDN 0626088003

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 15 juni 2021



Aulia Hafidzna Hanif

# **ANALISIS SPASIAL KANDUNGAN BAKTERI *COLIFORM* PADA AIR TANAH DANGKAL DI KECAMATAN COLOMADU KABUPATEN KARANGANYAR**

## **Abstrak**

Kepadatan penduduk yang semakin tinggi berdampak terhadap kebutuhan sumber air bersih. Kebutuhan air bersih yang semakin meningkat sebanding dengan volume buangan air limbah domestik. Pencemaran oleh air limbah domestik ditandai dengan adanya kandungan bakteri *Coliform* pada airtanah. Airtanah yang telah tercemar bakteri *Coliform* mengalami proses pergerakan dan tersebar sesuai arah aliran airtanah. Airtanah yang mengandung bakteri *Coliform* sudah tidak layak digunakan sebagai air minum. Airtanah yang tidak layak dikonsumsi untuk air minum dikhawatirkan akan berdampak terhadap kesehatan, sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk air minum. Tujuan penelitian ini yaitu (1) Mengidentifikasi sebaran airtanah yang layak untuk air minum sesuai baku mutu kandungan bakteri *Coliform* berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum di Kecamatan Colomadu Kabupaten Karanganyar. (2) Menganalisis kepadatan penduduk terhadap kandungan bakteri *Coliform* di Kecamatan Colomadu Kabupaten Karanganyar. Metode penelitian ini menggunakan metode *survey*, pengambilan sampel airtanah untuk uji laboratorium dengan teknik *Stratified Proportional Random Sampling* berdasarkan kepadatan penduduk. Pengambilan sampel Tinggi Muka Air (TMA) dengan teknik *Purposive Sampling*. Metode Analisis penelitian ini menggunakan analisis komparatif, analisis korelasi *Pearson Product Moment* dan analisis spasial. Hasil penelitian diperoleh bahwa semua sampel sumber airtanah yang digunakan masyarakat di daerah penelitian tidak sesuai standar baku mutu bakteriologis PerMenKes No 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, hal tersebut menunjukkan bahwa sampel airtanah yang dilakukan pemeriksaan uji laboratorium tidak layak dikonsumsi untuk air minum. Hasil uji statistik menunjukkan besar pengaruh kepadatan penduduk terhadap kandungan bakteri *Coliform* hanya sebesar 4,8%. Hasil pemetaan tumpang susun (*overlay*) arah aliran airtanah berdasarkan kepadatan penduduk dan sebaran kandungan bakteri *Coliform* menunjukkan arah aliran airtanah mengalir sesuai arah alirannya dan masuk ke dalam aliran sungai, sehingga tidak menutup kemungkinan air sungai yang berada di daerah penelitian juga berisiko tercemar oleh bakteri *Coliform*.

**Kata Kunci:** Arah Aliran Airtanah, *Coliform*, Kepadatan Penduduk, Tinggi Muka Airtanah.

## **Abstract**

The higher population density has an impact on the need for clean water sources. The increasing demand for clean water is proportional to the volume of domestic

wastewater discharge. Pollution by domestic wastewater is characterized by the presence of Coliform bacteria in ground water. Groundwater that has been contaminated with Coliform bacteria undergoes an moving process and is spread according to the direction of groundwater flow. Groundwater containing coliform bacteria is no longer suitable for use as drinking water. Groundwater that is not suitable for consumption for drinking water is feared to have an impact on health, so it is necessary to treat it first before it is used for drinking water. The objectives of this study are (1) to identify the distribution of proper ground water for drinking water according to the quality standard for the content of Coliform bacteria based on the Regulation of the Minister of Health No. 492 of 2010 concerning Drinking Water Quality Requirements in Colomadu District, Karanganyar Regency. (2) Analyzing population density on the content of Coliform bacteria in Colomadu District, Karanganyar Regency. This research method uses a survey method, taking groundwater samples for laboratory testing with the Stratified Proportional Random Sampling technique based on population density. Sampling of Water Level (TMA) with Purposive Sampling technique. Methods The analysis of this research uses comparative analysis, Pearson Product Moment correlation analysis and spatial analysis. The results showed that all samples of groundwater sources used by the community in the study area did not comply with the bacteriological quality standards of the Minister of Health Regulation No. 492 of 2010 concerning Drinking Water Quality Requirements, this indicates that the groundwater samples that were examined by laboratory tests were not suitable for drinking water. The results of statistical tests showed that the effect of population density on the content of Coliform bacteria was only 4.8%. The results of the overlay mapping of the direction of groundwater flow based on population density and the distribution of Coliform bacteria content shows the direction of groundwater flow according to the direction of its flow and into the river flow, so it is possible that river water in the study area is also at risk of being polluted by coliform bacteria.

**Keyword:** Groundwater Flow Direction, Coliform, Population Density, Groundwater Level.

## 1. PENDAHULUAN

Kepadatan penduduk adalah keadaan jika jumlah orang dalam ruang terbatas lebih besar dari luas ruangan, maka tempat tersebut lebih padat (Sarwono, 1992). Kecamatan Colomadu merupakan bagian administratif Kabupaten Karanganyar dengan luas wilayah 15,64 km<sup>2</sup>, jumlah penduduk sebanyak 76.757 jiwa, dan kepadatan penduduk tertinggi sebesar 4907,74 jiwa/km<sup>2</sup>.

Tabel 1. Kepadatan Penduduk Kabupaten Karanganyar Tahun 2019

No	Kecamatan	Luas Area (Km <sup>2</sup> )	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/Km <sup>2</sup> )
1	Colomadu	15,64	76.757	4907,74
2	Jaten	25,54	84.371	3303,48
3	Tasikmadu	27,60	60.468	2190,87
4	Karanganyar	43,03	80.538	1871,67
5	Kebakkramat	36,46	63.232	1734,28
6	Matesih	26,27	41.408	1576,25
7	Gondangrejo	56,80	78.628	1384,30
8	Karangpandan	34,11	40.707	1193,40
9	Mojogedang	53,31	62.632	1174,86
10	Jumantono	53,55	43.437	811,15
11	Kerjo	46,82	35.304	754,04
12	Jatipuro	40,37	29.096	720,73
13	Jumapolo	55,67	36.474	655,18
14	Tawangmangu	70,03	45.607	651,25
15	Jatiyoso	67,17	37.349	556,04
16	Ngargoyoso	65,34	33.397	511,13
17	Jenawi	56,08	26.541	473,27

Sumber: BPS Kabupaten Karanganyar 2019

Airtanah dangkal umumnya adalah airtanah yang berada di atas lapisan resapan pertama yang tidak jauh di bawah permukaan, dan dihasilkan dari infiltrasi permukaan tanah (Totok Sutrisno, 2010). Adanya airtanah dangkal bagi masyarakat setempat belum tentu menjamin kualitas air yang baik. Bahkan, airtanah lebih mungkin terkontaminasi oleh infiltrasi.

Sejalan dengan tingginya kepadatan penduduk dapat menimbulkan berbagai jenis permasalahan. Salah satunya masalah pembuangan limbah rumah tangga. Semakin meningkatnya jumlah penduduk dapat menyebabkan peningkatan penggunaan air bersih, karena penggunaan air menunjang kebutuhan pokok masyarakat sehari - hari untuk kebutuhan rumah tangga.

Minimnya kesadaran masyarakat dapat menimbulkan bahaya pencemaran sumber airtanah dangkal. Pencemaran airtanah dangkal diakibatkan pembuangan limbah cair yang tidak tepat, hal ini ditandai dengan adanya penetrasi limbah rumah tangga melalui pori-pori hingga akuifer. Air permukaan yang terkena akumulasi polutan dengan cepat berdifusi melalui aliran dan merembes ke akuifer.

Tercemarnya airtanah ditandai dengan adanya kandungan bakteri *Coliform* pada badan air. Banyaknya *Coliform* dalam air menunjukkan bahwa perairan tersebut terkontaminasi dengan kotoran manusia dan mungkin terkontaminasi oleh patogen (Effendi H, 2003). *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri yang hidup di air. Jenis *Coliform* ini mengandung partikel feses yang berasal dari bangkai hewan, tumbuhan, dan sisa - sisa manusia. Konsumsi airtanah yang terkontaminasi E.coli dalam waktu lama menyebabkan berbagai penyakit seperti diare.

Berdasarkan data kejadian diare Puskesmas I dan II Kecamatan Colomadu dari 2018 hingga 2020, kejadian tahunan diare meningkat sebanyak 70 orang.

Tabel 2. Kejadian Diare Di Kecamatan Colomadu Tahun 2018 - 2020

<u>Tahun</u>	<u>Jumlah Kasus Diare (Per/orang)</u>	<u>Kenaikan (Per/orang)</u>	<u>Persentase (%)</u>
2018	1.244	0	0
2019	1.307	63	90
2020	1.314	7	10

Sumber: Puskesmas I dan II Kecamatan Colomadu

Selain itu, kejadian diare tiap desa dari tahun 2018 sampai 2020 terus mengalami kenaikan, tahun 2018 dengan kasus diare tinggi berada di Desa Klodran sebanyak 239 orang, tahun 2019 berada di Desa Malangjiwan sebanyak 176 orang, dan tahun 2020 berada di Desa Ngasem sebanyak 258 orang.



Tabel 3. Kejadian Diare Tiap Desa Di Kecamatan Colomadu Tahun

2018 - 2020

Unit Kerja	Desa	Tahun		
		2018	2019	2020
Puskesmas I	Ngasem	100	135	258
	Bolon	80	106	173
	Malangjiwan	140	176	136
	Gawanan	65	107	118
	Paulan	53	73	102
	Gajahan	20	65	69
Puskesmas II	Tohudan	116	107	81
	Gedongan	159	142	79
	Klodran	239	160	114
	Baturan	137	140	110
	Blulukan	101	96	74
Total (per/orang)		1244	1307	1314

Sumber: Puskesmas I dan II Kecamatan Colomadu

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi sebaran airtanah yang layak sesuai baku mutu air minum, dan hubungan kepadatan penduduk terhadap kandungan bakteri *Coliform*. Hal ini mendorong penulis tertarik melakukan penelitian berjudul “Analisis Spasial Kandungan Bakteri *Coliform* Pada Airtanah Dangkal Di Kecamatan Colomadu Kabupaten Karanganyar”.

## 2. METODE

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode survei. Pengambilan sampel dengan teknik *Stratified Proportional Random Sampling* untuk sampel airtanah, dan *Purposive Sampling* untuk sampel Tinggi Muka Airtanah (TMA).

### 2.1. Metode Pengambilan Sampel

#### 2.1.1 Metode pengambilan sampel airtanah

Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah metode *Stratified Proportional Random Sampling*, dimana sampel diambil dari populasi yang heterogen dan bertingkat dengan cara acak dari setiap subgrup sesuai dengan jumlah anggota pada tiap subgrup. Sampel ditentukan menurut formula *Isaac & Michael*:

$$n = \frac{X^2 \cdot N \cdot P(1 - P)}{d^2(N - 1) + X^2 \cdot P(1 - P)}$$

(Sumber : Notoatmodjo, 2005)

Keterangan :

- n : Jumlah Sampel
- N : Jumlah Populasi
- D : Batas Toleransi Kesalahan (*error tolerance*)
- P : Proporsi dalam Populasi
- X<sup>2</sup> : Harga tabel Chi-kuadrat untuk  $\alpha$  tertentu dengan dk = 1

Populasi dalam penelitian berdasarkan kepadatan penduduk di Kecamatan Colomadu dan sub populasi berupa kepadatan penduduk setiap desa untuk mewakili jumlah sumur airtanah dangkal. Ukuran menentukan persentase berdasarkan tingkat kepercayaan 90%, dan toleransi kesalahan 10% (0,10). Penggolongan sampel penelitian sesuai kepadatan penduduk untuk stratumnya. Kepadatan penduduk ditentukan dengan teknik statistik sesuai sistim kelas interval teratur dengan formula (Sugiyono, 2007):

1. Penentuan Jumlah Kelas Interval (*Sturges*):  
=  $1 + 3,3 \log n$
2. Penentuan Range (Rentang Nilai):  
= Nilai Max – Nilai Min
3. Penentuan Panjang Kelas Interval:  
= Range / Jumlah Kelas

Berdasarkan perhitungan jumlah kelas, rentang nilai, dan panjang interval dapat ditentukan penggolongan atau pembagian kelas berdasarkan panjang interval pada Tabel berikut.

Tabel 4. Klasifikasi kelas kepadatan penduduk

Kelas	Kelas Interval	Keterangan

Sumber: Penulis 2020

Selanjutnya dilakukan perhitungan antara kepadatan penduduk keseluruhan, kepadatan penduduk tiap desa dan jumlah sampel. Hasilnya digunakan untuk menghitung proporsi menentukan jumlah sampel pada setiap desa. Penentuan jumlah sampel pada setiap desa berdasarkan proporsi yang dihitung dengan rumus:

$$\frac{n(\text{kepadatan penduduk perdesa})}{N(\text{populasi kepadatan penduduk})} \times (\text{Jumlah Sampel}).$$

(Sumber: Sugiyono, 2007)

Tabel 5. Perhitungan Jumlah Sampel Kepadatan Penduduk Tiap Desa

No	Desa	Kepadatan Penduduk	Perhitungan	Sampel yang diperoleh
1				
2				
dst				

Sumber: Penulis, 2020

Berdasarkan proses perhitungan proporsi sampel tiap desa, selanjutnya dilakukan pembuatan Tabel antara kelas kepadatan penduduk dengan jumlah sampel tiap desa. Tujuan pembuatan tabel tersebut untuk mengetahui jumlah

sampel tiap desa berdasarkan kelas kepadatan penduduk. Berikut Tabel kelas kepadatan penduduk dan jumlah sampel tiap desa.

Tabel 6. Kelas Kepadatan Penduduk dan Jumlah Sampel Tiap Desa

No	Desa	Kelas Kepadatan Penduduk	Sampel yang diperoleh
1			
2			
dst			

Sumber: Penulis, 2020

Sampel arah aliran airtanah ditentukan memakai teknik *Purposive Sampling* dengan pertimbangan:

- 1) Memperhatikan Tinggi Muka Airtanah (TMA)
- 2) Jarak antar sumur supaya tidak tumpang tindih saat visualisasi dalam peta. Jenis sampel sumur pada proses pengukuran terdiri dua sumur, sumur di dalam area riset, dan sumur diluar area riset secara menyebar.

## **2.2. Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data penelitian dikelompokkan menjadi 2 jenis data, yaitu bentuk primer dan sekunder.

### **2.2.1 Data Primer**

#### **a. Kandungan bakteri *Coliform* dalam airtanah**

Kandungan *Coliform* dalam airtanah diperoleh melalui survei, dan analisa laboratorium. Teknik pengambilan sampel airtanah yang perlu diperhatikan untuk keperluan uji kualitas air. Adapun teknik yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut (Effendi H, 2003):

- 1) Mempersiapkan alat yang akan digunakan dalam proses pengambilan sampel yang sesuai dengan keperluan analisis.

- 2) Mensterilkan tempat penyimpanan terlebih dahulu.
  - 3) Melakukan pengambilan sampel sesuai dengan keperluan.
  - 4) Sampel yang diambil berjumlah lebih dari satu titik maka volume tiap sampel harus sama. Volume air yang diperlukan untuk proses uji laboratorium yaitu sebanyak 100 ml, tanpa rongga udara.
- b. Lokasi sumur dan ketinggian tempat (Elevasi)

Survei dilakukan dengan tujuan mengambil sampel sumur yang akan digunakan untuk pembuatan peta kontur airtanah. Penentuan lokasi sumur dilakukan menggunakan GPS (*Global Positioning System*).

c. Tinggi Muka Airtanah (TMA)

Tinggi muka airtanah dangkal diperoleh menurut observasi lapangan melalui sumur - sumur penduduk pada daerah penelitian. Tujuannya mengetahui kedalaman, dan elevasi yang dihitung dengan rumus:

$$\text{Tinggi Muka Air tanah (TMA)} = t - (d - h)$$

Keterangan:

t = Tinggi muka tanah (mdpl)

d = Kedalaman muka air tanah dari bibir sumur (m)

h = Ketinggian bangunan bibir sumur dari permukaan tanah (m)

### 2.2.1 Data Sekunder

Pengumpulan Data sekunder berupa data - data penunjang pendukung yang disediakan instansi bersangkutan. Data sekunder ditentukan sesuai kebutuhan riset. Adapun data sekunder yang digunakan dalam penelitian:

Tabel 7. Jenis Data Sekunder Penelitian

No	Jenis Data	Fungsi	Sumber
1	Peta Administrasi Kecamatan Colomadu	Mengetahui lokasi Penelitian	Data Spasial Digital (BIG)
2	Data Jumlah Penduduk dan Luas Wilayah Kecamatan Colomadu Tahun 2019	Menghitung tingkat kepadatan penduduk	BPS Kabupaten Karanganyar

Lanjutan Tabel 7.

3	PerMenKes No. 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum	Sebagai acuan baku mutu air tanah untuk kebutuhan air minum berdasarkan parameter bakteriologis	Kementrian Kesehatan Republik Indonesia
4	Data Kepemilikan Sarana Air Bersih Kecamatan Colomadu Kabupaten Karanganyar Tahun 2019	Mengetahui jumlah populasi sumur air tanah dangkal untuk pengambilan sampel	Dinas Kesehatan Kabupaten Karanganyar
5	Buku Panduan Penelitian dan Jurnal Penelitian Sebelumnya	Sebagai data pendukung penelitian	Buku referensi penelitian para ahli dan internet.

Sumber : Penulis, 2020

### 2.3. Metode Pengolahan Data

Riset ini menggolongkan teknik pengolahan data menjadi 2 jenis (sekunder dan primer).

#### 2.3.1 Data Sekunder

Data kepadatan penduduk diklasifikasikan berdasarkan kelas interval. Kelas kepadatan penduduk kemudian dilakukan pembagian kelas berupa zonasi pada peta berdasarkan kepadatan penduduk tiap – tiap desa.

#### 2.3.2 Data Primer

##### 1) Pembuatan Peta Kontur Airtanah

Hasil dari pengukuran sampel sumur melalui pengukuran tinggi muka airtanah berupa titik lokasi sumur dengan indeks angka setiap titik sumur, diolah menggunakan software Arcgis 10.2 dengan metode interpolasi linier sehingga akan terbentuk kontur airtanah berdasarkan tinggi muka airtanah (TMA).

##### 2) Pembuatan Peta Arah Aliran Airtanah

Hasil visualisasi arah aliran airtanah didasarkan pada interpolasi pembuatan kontur airtanah (*equipotensial line*). Proses arah aliran airtanah (*Stream line*) bergerak dari titik tertinggi menuju ke titik terendah dan membentuk sudut 90° secara tegak lurus terhadap kontur dengan metode *three Point Problem*.

### 3) Perhitungan Interval dan Kategori Skor Kedalaman Muka Airtanah dan Elevasi

Interval dan kategori skor ditentukan memakai metode penentuan jumlah kelas interval dengan rumus:

Tabel 8. Distribusi Frekuensi

No. Kelas	Interval	Nilai Tengah (Xi)	Frekuensi (Fi)	<u>Fi. Xi</u>

Sumber: Penulis, 2020

$$Mx = \frac{\sum Fx}{N}$$

(Sumber: Zen Amiruddin, 2010)

Keterangan:

$Mx$  = *Mean* (Rata-rata)

$\sum Fx$  = Jumlah Median dikali Frekuensi

$N$  = Banyaknya Frekuensi

Berdasarkan hasil perhitungan rata – rata, langkah selanjutnya menentukan kategori skor kedalaman muka airtanah dan elevasi. Peneliti menentukan 3 kelas kategori, dimaksudkan agar memudahkan proses analisa data. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$Panjang\ Interval = \frac{H - L}{n\ kategori}$$

(Sumber: Zen Amiruddin, 2010)

Keterangan:

H = *Highest Score* (nilai maksimal)

L = *Lowest Score* (nilai minimal)

n kategori = jumlah kategori yang diinginkan

Hasilnya digunakan untuk menentukan interval dan kategori pada Tabel berikut:

Tabel 9. Interval dan Kategori Skor

Nomor Kelas	Interval	Kategori
I		
dst		

Sumber: Penulis, 2020

#### 4) Uji Kandungan Bakteri *Coliform* dalam Airtanah

Melalui proses *survey* dengan cara observasi lapangan, sampel aliran akan diuji laboratorium berdasarkan parameter bakteriologi. Pengujian sampel bertujuan mengetahui karakteristik kelayakan airtanah pada tiap sampel yang diambil.

Tabel 10. Klasifikasi Air tanah Berdasarkan Kandungan Bakteri *Coliform*

No	Dusun	Titik Koordinat		Kandungan (MPN/100ml)	Standar (MPN/100ml)	Kelayakan
		X	Y			
1.						
2.						
	dst					

Sumber: Penulis, 2020

## 2.4. Metode Analisis Data

Teknik analisis data penelitian ini:

- Analisis data berupa diskriptif komparatif dengan pendekatan spasial untuk menjawab rumusan masalah pertama. Tujuannya untuk mencocokkan hasil analisa laboratorium pada sampel airtanah menurut parameter bakteriologis



bakteri *Coliform* Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Mutu Air Minum. Hasilnya untuk dasar pembuatan peta sebaran kandungan bakteri *Coliform*, sehingga diketahui sebaran kelayakan sumur airtanah dangkal..

- b. Analisis data peneliti menggunakan teknik untuk menjawab rumusan kedua dengan analisis uji stastistik berupa uji korelasi *Pearson*. Uji korelasi bertujuan untuk mengetahui besaran pengaruh antara kepadatan penduduk dengan kandungan bakteri *Coliform*. Penentuan besaran pengaruh dengan menggunakan rumus:

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\}\{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

(Sumber: Sugiyono, 2007)

Keterangan:

X: Kepadatan penduduk

Y: Kandungan bakteri *Coliform*

r: Nilai pengaruh variabel X, dan Y

Setelah diperoleh nilai koefisien korelasi, tahap selanjutnya mencocokkan besar koefisien korelasi dua variabel. Adapun lebih jelasnya sebagai berikut:

Tabel 11. Kriteria Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono, 2007

Langkah selanjutnya yaitu melakukan uji signifkansi, dimaksudkan untuk menentukan sejauh mana hubungan variabel independen mempengaruhi variabel dependen. Analisis Korelasi *Pearson Product Moment* dalam riset ini

menggunakan taraf signifikansi  $p > 0,05$  (tingkat kepercayaan 95%). Artinya landasan pengambilan keputusan dengan tingkat kepercayaan 95%, sebagai berikut:

**Tabel 12. Kriteria Uji Signifikansi**

No	Signifikansi	Kriteria Pengujian
1	$> 0,05$	H1 Ditolak
2	$< 0,05$	H1 Diterima

Sumber: Sugiyono, 2007

Setelah melakukan uji signifikansi, selanjutnya melakukan uji determinasi. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui besaran pengaruh variabel X dengan variabel Y, yaitu pengaruh kepadatan penduduk terhadap kandungan bakteri *Coliform*. Koefisien determinasi dihitung menggunakan rumus:

$$KD = r^2 \cdot 100\%$$

(Sumber: Sugiyono, 2007)

Keterangan:

$KD$  = Koefisien Determinasi

$r$  = Koefisien Korelasi *Pearson Product Moment*

- c. Analisis data peneliti menggunakan teknik analisis spasial (keruangan) berfungsi untuk mengetahui arah aliran airtanah, dan risiko pencemaran airtanah di area riset. Proses ini dilakukan dengan sistim pemetaan tumpang susun (*overlay*) peta arah aliran airtanah sesuai kepadatan penduduk, dan sebaran kandungan bakteri *Coliform*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Sebaran Airtanah Layak Sesuai Baku Mutu Air Minum

Hasil penelitian dari 24 sampel airtanah di Kecamatan Colomadu yang dilakukan uji laboratorium kandungan bakteri *Coliform* menunjukkan bahwa seluruh sampel airtanah tidak sesuai parameter baku mutu PerMenKes Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Mutu Air Minum, sehingga tidak layak konsumsi. Airtanah yang tidak layak disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

a. Kepadatan Penduduk

Kecamatan Colomadu merupakan wilayah dengan jumlah kepadatan penduduk tinggi di Kabupaten Karanganyar sebanyak 4907,74 km<sup>2</sup>. Kepadatan penduduk yang tinggi akan diikuti oleh kegiatan penduduk yang semakin kompleks. Hal tersebut akan berakibat terhadap limbah sisa dari kegiatan sehari – hari, sehingga berisiko mencemari sumber airtanah terutama airtanah dangkal. Berdasarkan hasil sebaran kelas kepadatan penduduk dan kelayakan airtanah, maka diperoleh kelas kepadatan penduduk sebanyak 5 kelas pada Tabel dan gambar sebagai berikut :

1) Kelayakan Airtanah Berdasarkan Kelas Kepadatan Penduduk Sangat Tinggi

Hasil dari Tabel 13 menunjukkan bahwa kelayakan airtanah di Desa Baturan, bahwa dari 4 sampel airtanah dangkal termasuk dalam kelas tidak layak.

Tabel 13. Kelayakan Air Tanah Untuk Kelas Kepadatan Penduduk Sangat Tinggi

<u>Desa</u>	<u>Nomor Sampel</u>	<u>Dusun</u>	<u>Kandungan (MPN)</u>	<u>Klasifikasi</u>
<u>Baturan</u>	1	<u>Griyan</u>	1100	<u>Tidak Layak</u>
	2	<u>Klemburan</u>	> 2400	<u>Tidak Layak</u>
	3	<u>Griyan</u>	> 2400	<u>Tidak Layak</u>
	4	<u>Baturan</u>	> 2400	<u>Tidak Layak</u>

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Surakarta dan Diolah Penulis, 2020

2) Kelayakan Airtanah Untuk Kelas Kepadatan Penduduk Sedang

Hasil dari Tabel 14 menunjukkan bahwa kelayakan airtanah di Desa Malangiwan, bahwa dari 3 sampel airtanah dangkal termasuk dalam kelas tidak layak.

**Tabel 14 Kelayakan Air Tanah Untuk Kelas Kepadatan Penduduk Sedang**

Desa	Nomor Sampel	Dusun	Kandungan (MPN)	Klasifikasi
Malangiwan	5	Trowangsan	> 2400	Tidak Layak
	6	Grobogan	> 2400	Tidak Layak
	7	Klegen	> 2400	Tidak Layak

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Surakarta dan Diolah Penulis, 2020

### 3) Kelayakan Airtanah Untuk Kelas Kepadatan Penduduk Rendah

Hasil dari Tabel 15 menunjukkan bahwa kelayakan airtanah di Desa Gedongan, Desa Gawan, Desa Klodran, Desa Blulukan, dan Desa Bolon, bahwa dari 10 sampel airtanah dangkal termasuk dalam kelas tidak layak.

**Tabel 15 Kelayakan Air Tanah Untuk Kelas Kepadatan Penduduk Rendah**

Desa	Nomor Sampel	Dusun	Kandungan (MPN)	Klasifikasi
Gedongan	8	Gedongan	< 3	Tidak Layak
	9	Gedongan	> 2400	Tidak Layak
Gawan	10	Ngerangan	9	Tidak Layak
	11	Gawan Timur	240	Tidak Layak
Klodran	12	Klodran	> 2400	Tidak Layak
	13	Bendungan	> 2400	Tidak Layak
Blulukan	14	Serangan	> 2400	Tidak Layak
	15	Blulukan I	> 2400	Tidak Layak
Bolon	16	Bolon	> 2400	Tidak Layak
	17	Gonggangan	210	Tidak Layak

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Surakarta dan Diolah Penulis, 2020

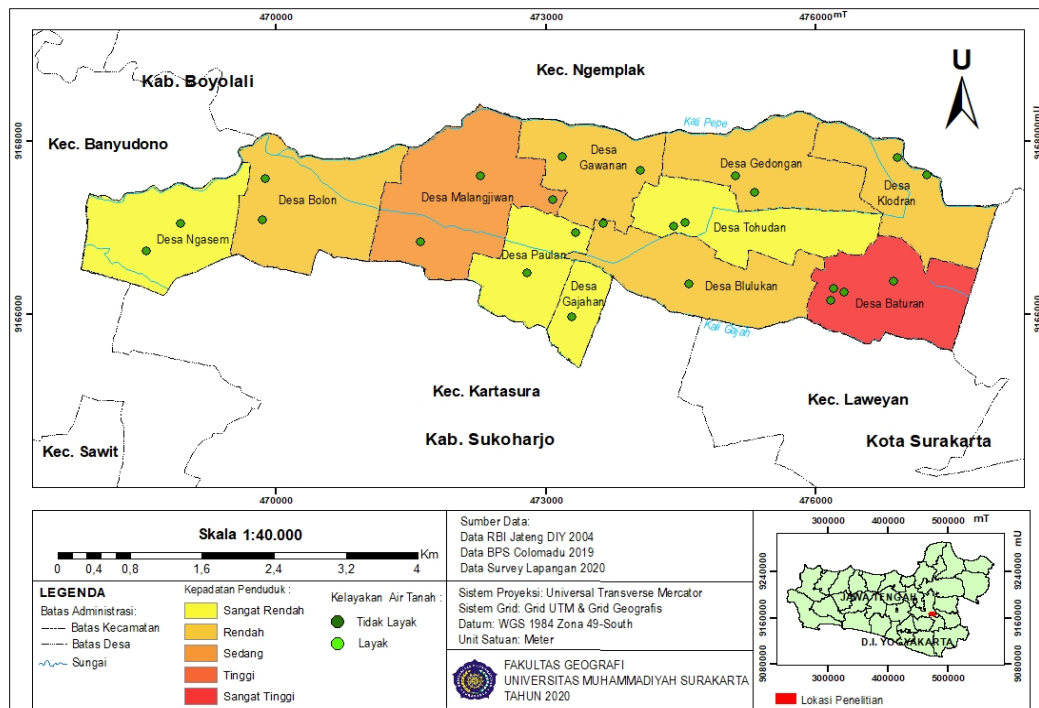
### 4) Kelayakan Airtanah Untuk Kelas Kepadatan Penduduk Sangat Rendah

Hasil dari Tabel 16 menunjukkan bahwa kelayakan airtanah di Desa Tohudan, Desa Ngasem, Desa Paulan, dan Desa Gajahan, bahwa dari 7 sampel airtanah dangkal termasuk dalam kelas tidak layak.

**Tabel 16 Kelayakan Air Tanah Untuk Kelas Kepadatan Penduduk Sangat Rendah**

Desa	Nomor Sampel	Dusun	Kandungan (MPN)	Klasifikasi
Tohudan	18	Kepoh	> 2400	Tidak Layak
	19	Kepoh	460	Tidak Layak
Ngasem	20	Janten	1100	Tidak Layak
	21	Bakalan	> 2400	Tidak Layak
Paulan	22	Sanggrir Utara	210	Tidak Layak
	23	Paulan Timur	460	Tidak Layak
Gajahan	24	Gajahan	> 2400	Tidak Layak

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Surakarta dan Diolah Penulis, 2020



**Gambar 1. Peta Sebaran Kelayakan Airtanah Sesuai Kelas Kepadatan Penduduk**

b. Airtanah

Airtanah yang berada di Kecamatan Colomadu Sebagian besar berupa airtanah dangkal, hal ini dikarenakan kebanyakan masyarakat menggunakan airtanah dangkal (sumur gali) untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dengan kedalaman kurang dari 10 meter. Airtanah dangkal merupakan air yang rawan tercemar kandungan bakteri *Coliform*.

Hasil survei dan uji laboratorium menunjukkan dari 24 sampel airtanah di Kecamatan Colomadu secara keseluruhan tidak layak konsumsi, disebabkan melampaui parameter baku mutu bakteriologis PerMenKes Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Mutu Air Minum. Airtanah yang akan digunakan untuk air minum, alangkah baiknya dilakukan pengolahan terlebih dahulu dengan merebus air sampai mendidih selama 10 - 15 menit.

c. Kebutuhan Air Bersih Meningkat

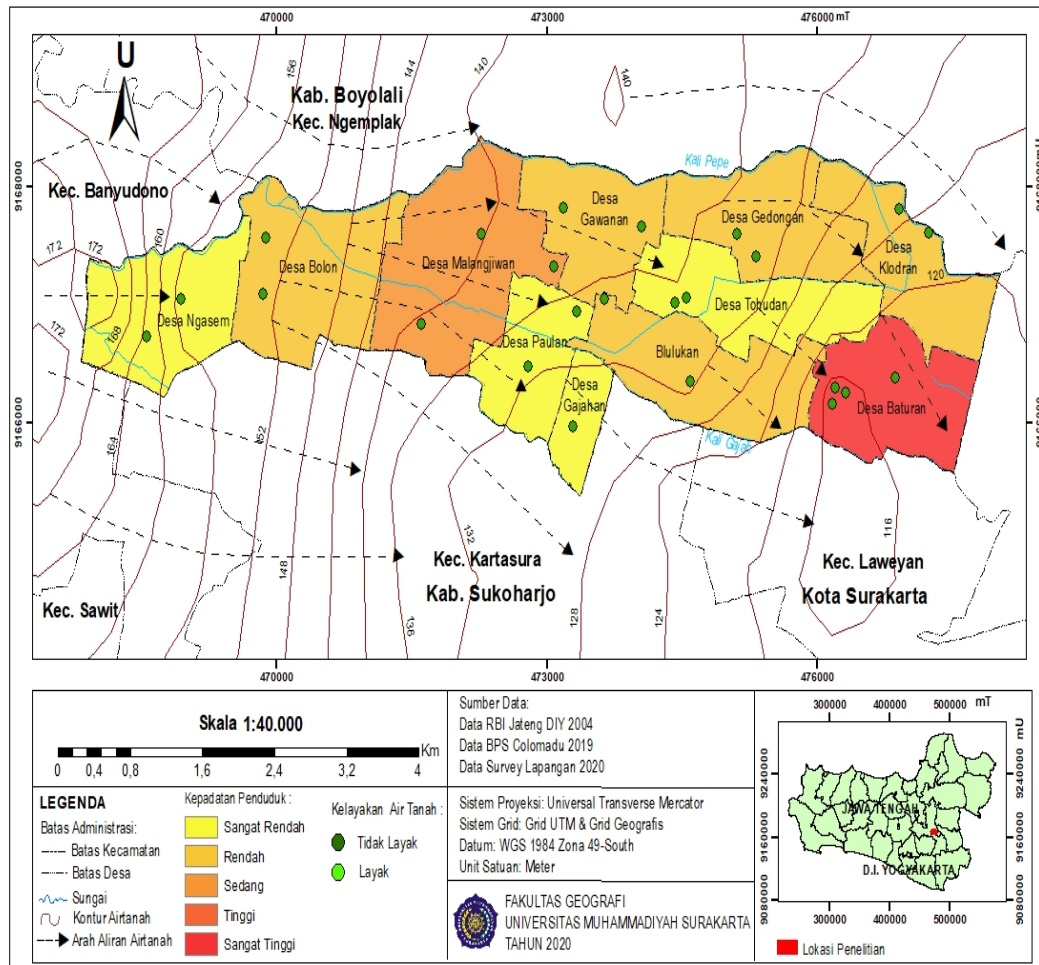
Kebutuhan air bersih di wilayah Kecamatan Colomadu rata - rata sebesar 119.09/liter/orang/hari (Rahmadhani, 2018). Hal ini sejalan dengan peningkatan kebutuhan air bersih yang disebabkan oleh bertambahnya jumlah penduduk, tingginya taraf hidup masyarakat, serta perkembangan Kawasan maupun hal - hal yang berkaitan dengan pertumbuhan keadaan sosial, dan ekonomi masyarakat. Kebutuhan air bersih di Kecamatan Colomadu yang mengandung bakteri *Coliform* tidak layak dikonsumsi untuk air minum.

Hasil survei dan uji laboratorium menunjukkan bahwa sumber airtanah melewati parameter baku mutu bakteriologis PerMenKes Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Mutu Air Minum. Seiring dengan besarnya kebutuhan air perkotaan maupun *Sub-urban* dengan kondisi air yang tidak layak konsumsi dikhawatirkan dapat memunculkan berbagai jenis penyakit salah satunya diare, sehingga harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

d. Kontur dan Arah Aliran Airtanah

Kontur airtanah di Kecamatan Colomadu relatif landai, hal ini sesuai hasil pengukuran elevasi dari 169 – 111 mdpl dengan elevasi rata - rata sebesar 133 mdpl dan muka airtanah dari 7,16 – 2,16 m dengan kedalaman rata - rata sebesar 4,49 m. Selain itu, arah aliran airtanah mengalir dari bagian Barat menuju Bagian Timur - Tenggara mengikuti arah aliran sungai. Kondisi Arah aliran airtanah yang menurun berisiko tercemar bakteri *Coliform*, jika pada daerah hilir (tempat tinggi) terjadi pencemaran. Hal tersebut sejalan dengan (Kusnoputranto, 1997) yang menyatakan bahwa perpindahan aliran airtanah yang berisi bakteri *Coliform* dari tempat tinggi menuju tempat rendah, yang mengarah ke sumur gali dan menyebabkan air sumur tercemar oleh bakteri.

Hasil *survey*, pengolahan data, dan uji laboratorium menunjukkan bahwa konsentrasi nilai kandungan *Coliform* tinggi berada pada elevasi 111 – 131 mdpl (rendah) dan kedalaman muka airtanah pada 2,16 – 3,81m (dangkal), yang berlokasi di Desa Baturan. Hal ini sesuai dari 4 sampel yang diteliti menunjukkan 3 diantaranya bernilai lebih dari 2.400 MPN. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh pemetaan tumpang susun (*overlay*) yang menunjukkan gambaran arah aliran airtanah dengan sebaran kelayakan airtanah dan kepadatan penduduk. Lebih jelasnya pada gambar berikut.



Gambar 2. Peta *Overlay* Arah Aliran Airtanah Sesuai Sebaran Kelayakan Airtanah dan Kepadatan Penduduk

#### e. Pencemaran Airtanah

Pencemaran airtanah dari limbah cair domestik pada daerah padat penduduk terutama di Kecamatan Colomadu dapat terjadi karena pengelolaan yang salah atau tidak benar. Proses tercemarnya airtanah oleh limbah domestik dipengaruhi oleh faktor daya kapilaritas tanah, muka airtanah dan infiltrasi (Kodoatie, 2012).

Sejalan dengan meningkatnya kepadatan penduduk di Kecamatan Colomadu akan menimbulkan berbagai macam masalah diantaranya pembuangan sisa limbah domestik yang berisiko mencemari airtanah. Pencemaran limbah domestik ditandai dengan adanya kandungan bakteri *Coliform* pada airtanah. Hal ini ditunjukkan dari hasil uji laboratorium bahwa 24 sampel airtanah telah tercemar



bakteri *Coliform*, sehingga airtanah tidak cocok untuk dikonsumsi. Indikasi penyebab tercemarnya airtanah oleh bakteri *Coliform* adalah besarnya aktivitas masyarakat sehari - hari, sehingga pengelolaan pembuangan limbah tidak mempertimbangkan kondisi lingkungan.

### 3.2 Hubungan Kepadatan Penduduk Terhadap Kandungan Bakteri *Coliform*

Kepadatan Penduduk yang semakin tinggi di Kecamatan Colomadu akan menimbulkan berbagai macam aktivitas yang ada dalam ruang tersebut, hal ini berakibat terhadap risiko pencemaran airtanah. Pencemaran tersebut berkaitan erat dengan kepadatan penduduk, peningkatan jumlah penduduk akan berakibat terhadap besar limbah yang diproduksi. Hal ini ditandai dengan adanya bakteri *Coliform* dalam airtanah.

Berdasarkan hasil uji statistik memakai teknik korelasi *Pearson Product Moment*, kepadatan penduduk terhadap kandungan bakteri *Coliform* diperoleh *p value* ( $p = 0,303$ ) dengan tingkat kemaknaan ( $\alpha$ ) 0,05. Maknanya tidak ada hubungan yang terlihat antara variabel kepadatan penduduk, dan variabel kandungan bakteri *Coliform* pada airtanah dangkal. Selain itu, diperoleh juga nilai  $r$  ( $r = 0,219$ ) yang artinya ada korelasi linier positif dengan kriteria rendah.

Tabel 17 Hasil Perhitungan Uji Korelasi *Pearson Product Moment*

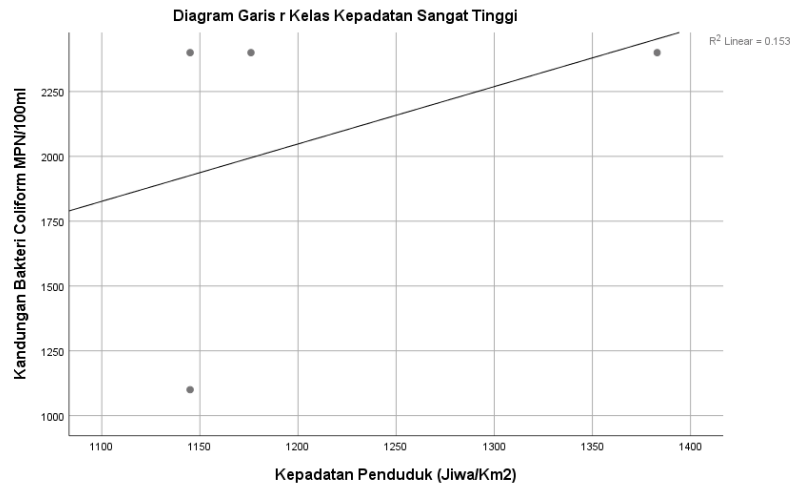
No	Kelas Kepadatan Penduduk	Nilai $r$	Nilai Sig
1	Kepadatan Penduduk Sangat Tinggi	0.391	0.609
2	Kepadatan Penduduk Sedang	-0.950	0.201
3	Kepadatan Penduduk Rendah	-0.005	0.990
4	Kepadatan Penduduk Sangat Rendah	0.539	0.212
5	Keseluruhan	0.219	0.303

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Hasil uji signifikansi pada Tabel 17 menunjukkan nilai signifikansi sebesar ( $p value = 0.303$ ) pada tingkat kemaknaan ( $\alpha$ ) 0,05, artinya tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel kepadatan penduduk (X) terhadap variabel kandungan bakteri *Coliform* (Y). sesuai hal tersebut dapat disimpulkan bahwa hipotesis penelitian (H1) ditolak, sebabnya nilai signifikansi ( $p value$ ) melebihi tingkat

kemaknaan (0,05/5%). Berdasarkan hasil uji korelasi tersebut diperoleh gambaran sebagai berikut :

### 1. Kepadatan Penduduk Sangat Tinggi

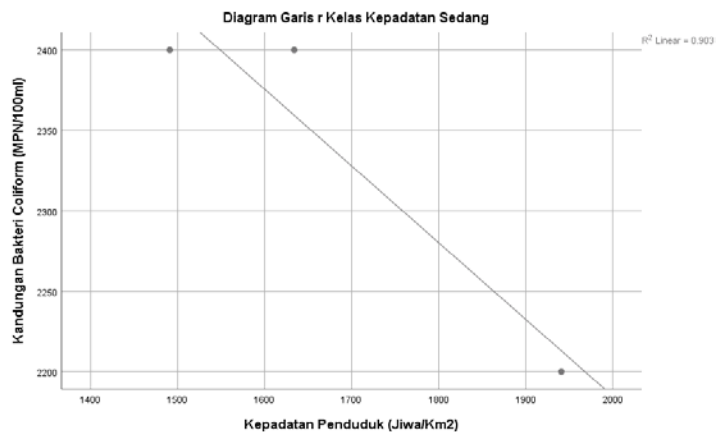


Gambar 3. Diagram Garis r Kepadatan Penduduk Sangat Tinggi

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Berdasarkan gambar 3 hasil kekuatan nilai r pada kelas kepadatan penduduk sangat tinggi menunjukkan pengaruh korelasi linier positif dengan tingkat pengaruh rendah dengan nilai  $r = 0.391$ .

### 2. Kepadatan Penduduk Sedang

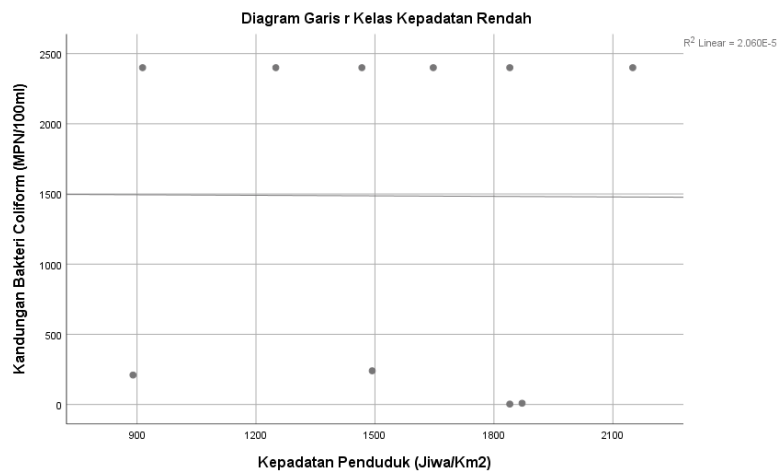


Gambar 4. Diagram Garis r Kepadatan Penduduk Sedang

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Berdasarkan gambar 4.17 hasil kekuatan nilai  $r$  pada kelas kepadatan penduduk sedang menunjukkan pengaruh korelasi linier negatif dengan tingkat pengaruh sangat kuat dengan nilai  $r = -0.950$ .

### 3. Kepadatan Penduduk Rendah

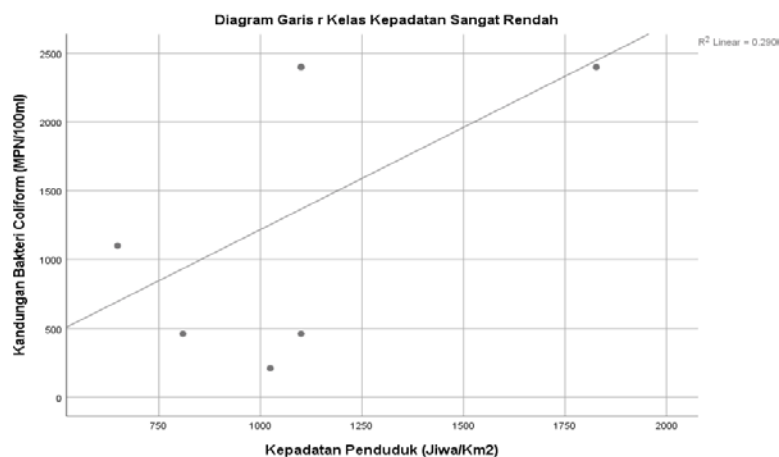


Gambar 5. Diagram Garis r Kepadatan Penduduk Rendah

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Berdasarkan gambar 5. hasil kekuatan nilai  $r$  pada kelas kepadatan penduduk rendah menunjukkan pengaruh korelasi linier negatif dengan tingkat pengaruh sangat rendah dengan nilai  $r = -0.005$ .

### 4. . Kepadatan Penduduk Rendah

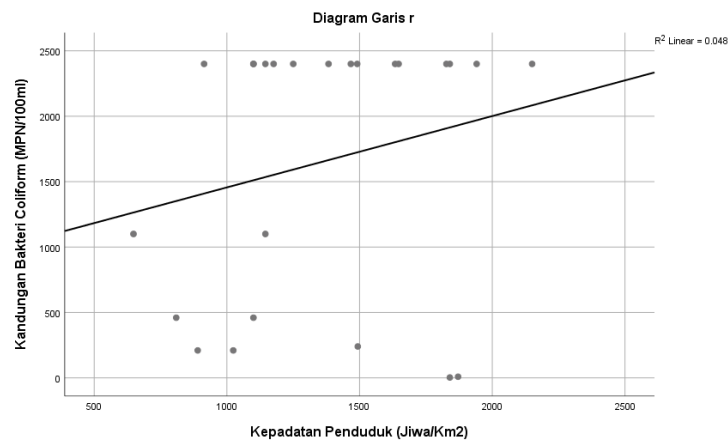


Gambar 6. Diagram Garis r Kepadatan Penduduk Sangat Rendah

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Berdasarkan gambar 6 hasil kekuatan nilai  $r$  pada kelas kepadatan penduduk rendah menunjukkan pengaruh korelasi linier positif dengan tingkat pengaruh sedang dengan nilai  $r = 0.539$ .

## 5. Keseluruhan



Gambar 7. Diagram Garis r Keseluruhan

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Berdasarkan gambar 7 diperoleh bahwa korelasi linier positif rendah antara kepadatan penduduk terhadap kandungan bakteri *Coliform* dengan nilai  $r = 0,219$  ( $R^2 = 0,048$ ) menunjukkan bahwa besar pengaruh kepadatan penduduk terhadap kandungan bakteri *Coliform* hanya 4,8%, sisanya ditentukan oleh variabel lain. Hal tersebut sesuai dengan gambar diagram garis  $r$  (*Scatter Plot*) yang menunjukkan titik – titik data tidak berdekatan atau mengikuti pola garis linearitas yang mengarah dari kiri bawah menuju kanan atas.

Sejalan dengan riset (Yulivarta, dkk, 2019) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan signifikan antara kepadatan penduduk dan kualitas biologis yang ditunjukkan pada nilai  $p$  ( $p = 0,343$ ) dengan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0,05. Nilai  $r$  ( $r = 0,180$ ) memiliki korelasi linier yang lemah. Ada hubungan antara kepadatan penduduk dengan kualitas biologis air sumur, artinya jumlah *Coliform* dalam air sumur akan meningkat seiring dengan bertambahnya populasi penduduk.

Walaupun dalam penelitian ini terdapat pengaruh yang rendah antara kepadatan penduduk terhadap kandungan bakteri *Coliform*, tetapi ada kemungkinan bakteri *Coliform* akan semakin bertambah jika aktivitas penduduk semakin tinggi. Hal ini dapat menyebabkan pembuangan limbah domestik pada lingkungan akan mengalami peningkatan. Aktivitas masyarakat dapat menyebabkan kerusakan ekosistem dengan meningkatkan dan mencemari patogen di dalam air (Salle, 2013, dalam Yulivarta, dkk, 2019). Adanya koloni *Coliform* pada sampel air sumur disebabkan karena pertumbuhan dan kepadatan populasi, serta faktor eksternal yang belum tereksplorasi seperti perilaku pengguna, kondisi sumur, jarak sumur dengan sumber pencemaran dan jumlahnya. Jumlah pengguna, porositas dan permeabilitas tanah.

Selain itu, ada beberapa faktor luar yang berkontribusi terhadap kandungan bakteri *Coliform* dalam airtanah, seperti jenis tanah, iklim/curah hujan, dan penggunaan lahan. Hal ini cocok dengan jenis tanah di Kecamatan Colomadu, Sebagian besar berupa tanah regosol kelabu yang memiliki karakteristik permeabilitas dan porositas yang baik. Semakin besar porositas dan permeabilitas tanah maka semakin besar kemampuan air untuk melewatinya dan semakin banyak pula jumlah bakteri yang bergerak mengikuti aliran tanah (Kusnoputranto, 1997), hal tersebut sesuai dari 24 sampel airtanah yang diteliti semuanya tercemar bakteri *Coliform*.

Iklim dan curah hujan di Kecamatan Colomadu menunjukkan bahwa di daerah tersebut beriklim agak basah dengan intensitas rata - rata curah hujan dalam 10 tahun terakhir adalah 119,16 mm. Kondisi ini mempengaruhi pergerakan *Coliform*, dimana air hujan masuk ke lapisan tanah Semakin banyak air hujan meresap ke dalam tanah, semakin besar potensi pencemaran (Kusnoputranto, 1997).

Penggunaan lahan di Kecamatan Colomadu menunjukkan bahwa sebagian besar lahan digunakan untuk bangunan/permukiman dengan luasan 980 Ha. Kondisi pemukiman yang padat penduduk terutama di daerah perkotaan akan muncul berbagai jenis permasalahan seperti ketersediaan air bersih, sistem

pembuangan air limbah, tata ruang, serta pencemaran air, tanah, dan udara (Yunus, 1989). Hal ini sesuai dengan luasan Desa Malangjiwan sebesar 153 Ha (terluas di Kecamatan Colomadu) yang ditunjukkan dari 3 sampel airtanah yang diteliti di lokasi tersebut, secara keseluruhan telah tercemar oleh bakteri *Coliform* dengan nilai lebih dari 2400 MPN.

## **4. PENUTUP**

### **4.1 Kesimpulan**

- 1) Sumber airtanah yang dimanfaatkan oleh warga di Kecamatan Colomadu secara keseluruhan masuk dalam kategori tidak layak dikonsumsi.
- 2) Konsentrasi nilai kandungan *Coliform* tinggi berada pada elevasi 111 – 131 mdpl (rendah) dan kedalaman muka airtanah pada 2,16 – 3,81m (dangkal), yang berlokasi di Desa Baturan. Hal ini sesuai dari 4 sampel yang diteliti menunjukkan 3 diantaranya bernilai lebih dari 2400 MPN. Hal ini diperkuat oleh hasil pemetaan tumpang susun (*overlay*) hasil pengukuran Tinggi Muka Airtanah (TMA) dengan kepadatan penduduk dan sebaran kandungan bakteri *Coliform*, menunjukkan bahwa arah aliran airtanah mengalir dari bagian Barat menuju bagian Timur – Tenggara, lebih tepatnya ke arah Kota Surakarta.
- 3) Hasil uji statistik dengan menggunakan korelasi *Pearson* pada variabel kepadatan penduduk dengan variabel kandungan bakteri *Coliform* menunjukkan untuk kepadatan penduduk sangat tinggi memiliki pengaruh korelasi linier positif dengan tingkat pengaruh rendah dengan nilai  $r = 0.391$ , kepadatan penduduk sedang memiliki pengaruh korelasi linier negatif dengan tingkat pengaruh sangat kuat dengan nilai  $r = -0.950$ , kepadatan penduduk rendah memiliki pengaruh korelasi linier negatif dengan tingkat pengaruh sangat rendah dengan nilai  $r = -0.005$ , kepadatan penduduk sangat rendah memiliki pengaruh korelasi linier positif dengan tingkat pengaruh sedang dengan nilai  $r = 0.539$ , dan keseluruhan memiliki pengaruh korelasi linier positif dengan tingkat pengaruh rendah dengan nilai  $r = 0.219$ . Selain

itu diperoleh *p value* ( $p = 0,303$ ) dengan tingkat kemaknaan ( $\alpha$ ) 0,05. Artinya tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel kepadatan penduduk terhadap variabel kandungan bakteri *Coliform* pada airtanah dangkal. Sesuai hal tersebut dapat disimpulkan bahwa hipotesis penelitian (H1) ditolak, sebabnya nilai signifikansi (*p value*) melebihi tingkat kemaknaan ( $\alpha$ ) 0,05/5%. Selain itu, diperoleh besar pengaruh kepadatan penduduk terhadap kandungan bakteri *Coliform* hanya sebesar 4,8% sisanya ditentukan oleh variabel lain.

## 4.2 Saran

- 1) Sumber airtanah yang akan dikonsumsi, sebaiknya dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu salah satunya dengan cara merebus air hingga mendidih antara 10 – 15 menit. Tujuannya agar mematikan bakteri dan patogen dalam air.
- 2) Adanya pengelolaan air bersih sebelum digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari, mengingat daerah penelitian merupakan daerah dengan risiko tingkat pencemaran yang tinggi. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) mulai saat ini untuk memasok kebutuhan air bersih guna mencegah timbulnya berbagai macam penyakit.
- 3) Diharapkan bagi masyarakat untuk bijak dalam mengelola lingkungan terutama sisa pembuangan limbah domestik, mengingat kepadatan penduduk yang tinggi akan berdampak terhadap produksi limbah buangan yang tinggi. Hal itu menunjukkan perlu adanya pengelolaan limbah secara baik dan benar guna mengurangi risiko terjadinya pencemaran.
- 4) Perlu adanya pengembangan penelitian yang serupa dikarenakan penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan dengan menambah parameter maupun unsur- unsur yang terkait seperti perilaku pengguna, kondisi fisik sumur, jarak sumur dengan sumber pencemar, jumlah pemakai, porositas dan permeabilitas tanah.
- 5) Adanya peran pemerintah dalam memberikan perhatian dan pengawasan terhadap tata cara pengelolaan limbah pada daerah padat penduduk agar

tidak berdampak langsung bagi kondisi sumberdaya airtanah dan masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanda R., Mulki G. Z., Fitriani M. I. (2019). Analisis Kebutuhan Air Bersih Domestik Di Desa Penjajap Kecamatan Pemangkat Kabupaten Sambas. *Skripsi*. Tanjungpura.
- Anna A.N. (2004). Pemintakatan Daerah yang Rawan Pencemaran Airtanah Sebagai Dasar Perencanaan Penyediaan Air Bersih di Daerah Surakarta. *Jurnal Forum Geografi. Volume 18, No. 2, Desember, pp. 115-133*. Surakarta: Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anna A.N., Kaeksi R.W., Priyana Y. (2000). Pola Konsumsi Air Untuk Kebutuhan Rumah Tangga dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya di Banyudono Kabupaten Boyolali, *Jurnal Geografi UMS: Forum Geografi, Nomor 26/ XIV/ Juli 2000*. Surakarta: Fakultas Geografi UMS.
- Anonim. (2018.) Pengertian Akuifer – Sistem – Klasifikasi – Jenis. <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah/akuifer>, Diakses 13 Juli 2020 Pukul 20.38.
- Anonim. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. PP No 492 Tahun 2010. [online] dari <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/112092/permenkes-no-32-tahun-2017> [15 Juli 2020].
- Anonim. (2001). Peraturan pemerintah tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. PP NO 82 Tahun 2001. [online] dari <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/53103/pp-no-82-tahun-2001> [15 Juli 2020].
- Anonim. (2019). Profil Kesehatan Kabupaten Karanganyar Tahun 2018. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. [https://www.kemkes.go.id/resources/download/profil/PROFIL\\_KAB\\_KOTA\\_2016/3313\\_Jateng\\_Kab\\_Karanganyar\\_2018.pdf](https://www.kemkes.go.id/resources/download/profil/PROFIL_KAB_KOTA_2016/3313_Jateng_Kab_Karanganyar_2018.pdf), Diakses 14 Juli 2020 Pukul 14.07.
- Anonim. (2018). Siklus Hidrologi. <https://salamadian.com/siklus-hidrologi-air-hujan/>. Diakses pada 13 juli 2020 pukul 20:35.
- Amirin, Tatang M. (2011). ”Populasi dan sampel penelitian”, <https://tatangmanguny.wordpress.com/>, Diakses 16 Juli 2020 Pukul 21.02.
- Amiruddin, Zen. (2010). Statistik Pendidikan, Yogyakarta: Teras.



- Arifudin S., Khotimah S., Mulyadi A. (2013). Analisis Sebaran Bakteri *Coliform* Di Kanal A Kuala Dua Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Protobiont*, Vol. 3. No 2, 2013, Halaman 186-192. Tanjungpura: Fakultas MIPA Jurusan Biologi, Universitas Tanjungpura.
- Baidillah, I. B. (2018). Analisis Kontaminasi *Escherichia Colli* dalam Airtanah Penyebab Epidemi Diare pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Pajang Tahun 2018. *Skripsi*. Surakarta.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Karanganyar. (2019). Karanganyar dalam angka tahun 2019. Karanganyar: Badan Pusat Statistik. <https://karanganyarkab.bps.go.id/>, Diakses 12 Juli 2020 Pukul 19.30.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Karanganyar. (2019). Colomadu Dalam Angka Tahun 2019. Karanganyar: Badan Pusat Statistik. <https://karanganyarkab.bps.go.id/>, Diakses 12 Juli 2020 Pukul 19.32.
- Darmawijaya, I. (1990). Klasifikasi Tanah: Dasar Teori bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Effendi, Hefni. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Entjang, Indan. (2000). *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Bandung: Citra Aditya Bakri.
- Haumahu J. P. (2010). Pengaruh Tingkat Kepadatan Permukiman Terhadap Kualitas Kimia Airtanah Di Kota Ambon (Studi Kasus Daerah Dataran Aluvial Antara Sungai Wai Batu Merah Dan Wai Batu Gantung). *Jurnal Budidaya Pertanian*, Vol. 7. No 1, Juli 2011, Halaman 21-28. Ambon: Fakultas Budidaya Pertanian, Universitas Pattimura.
- Ilmiah, Widia S. (2018). "Populasi dan sampel penelitian", <http://widiailmiah.blogspot.com/>, Diakses 5 Oktober 2020 Pukul 19.02.
- Kodoatie, Robert J. (2012). *Tata Ruang Airtanah*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Kusnoputranto, Haryoto. (1997). *Air Limbah dan Ekskreta manusia*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.
- Naslilmuna M., Muryani C., Santoso S. (2018). Analisis Kualitas Air Tanah Dan Pola Konsumsi Air Masyarakat Sekitar Industri Kertas Pt Jaya Kertas Kecamatan Kertosono Kabupaten Nganjuk. *Jurnal GeoEco*, Vol. 4. No 1, Januari 2018, Halaman 51-58. Surakarta: Fakultas Ilmu Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Universitas Sebelas Maret.

- Notoatmodjo, Soekidjo. (2005). *Metodologi penelitian Kesehatan*. Jakarta: rineka cipta.
- Nur M., Sutikno S., Sujatmoko B. (2014). Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Pemetaan Pola Aliran Air Tanah Di Kawasan Sukajadi Pekanbaru. *Jurnal Jom FTEKNIK*, Vol. 1. No 2, Oktober 2014, Halaman 1-11. Pekanbaru: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau.
- Priyana, Yuli. (2008). *Dasar – dasar Meteorologi Dan Klimatologi*. Surakarta: Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Priyana, Yuli. (2008). *Airtanah*. Surakarta: Fakultas geografi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Priyana Y., Sigit A.A. (2002). Karakter Airtanah dan Sistem Penyediaan Air Bersih di Lereng Timur Gunungapi Merapi, *Jurnal Geografi UMS: Forum Geografi*, Volume 16, Nomor 1, Juli 2002. Surakarta: Fakultas Geografi UMS.
- Puskesmas Colomadu. (2018). *Data Pasien Diare Tahun 2018 Puskesmas Colomadu*. Karanganyar.
- Puskesmas Colomadu. (2019). *Data Pasien Diare Tahun 2019 Puskesmas Colomadu*. Karanganyar.
- Puskesmas Colomadu. (2020). *Data Pasien Diare Tahun 2020 Puskesmas Colomadu*. Karanganyar.
- Rahmadhani.I. (2018). Kajian Ketersediaan Airtanah Bebas Untuk Kebutuhan Domestik Kecamatan Colomadu Kabupaten Karanganyar. *Skripsi*. Surakarta.